第29卷 第1期　　昆虫学报　　Vol. 29, No. 1
1986年2月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Feb., 1986

蝇类精子超微形态研究：麻眼尾蛆蝇

吴敦肃　周鹤雄
（中国科学院上海昆虫研究所）

摘要　用电子显微镜观察了双翅目，无缝组，食蚜蝇科麻眼尾蛆蝇成熟精子的超微构造。麻眼尾蛆蝇的精子与果蝇的精子基本相似，呈线形，由头部和尾部组成，全长500—600微米。头部呈圆锥型，前端为单层结构的顶体，呈楔形插到核的侧面与核拼接。精子的尾部在头的后方，前粗后细，长500余微米。精子尾部内的微管排列为9+9+2的典型昆虫型。头部与尾部相接之处称为颈部，组合情况颇为复杂。本种精子尾的轴丝不直接与核相接，而是轴丝串联着基体（中心粒衍生物）隔着一层中心粒侧体与核相接。这种间接连接现象在果蝇未成熟的精子中可以见到，当精子成熟时中心粒侧体即行消失，核就直接与串联着基体的轴丝直接相接。麻眼尾蛆蝇成熟精子具有其他蝇类未成熟精子的性状，故可认为麻眼尾蛆蝇在蝇类系统发生中的地位较原始。

关键词　麻眼尾蛆蝇　精子　超微构造

昆虫精子是一种高度分化的细胞，它的主要功能是携带父系的遗传物质入卵，传给子代，以延续种系的生存。因此精子在形态上必然具有种系的特征。它的形态学研究早已为人们所注意，并有大量的研究报告，Baccetti（1972）、Phillips（1970）对此作了较全面的综述。近年来 Baccetti（1979）又把精子的形态特征与系统发生联系起来进行了论述，指出：精子结构特征对节肢动物进化途径的研究有重要参考价值。

在双翅目昆虫环裂亚目中，研究最多的是有缝组无瓣类的果蝇（Yasazmi 和 Jimure 等，1958；Perotti，1969、1970；Bairati 和 Perotti，1970），还有就是有缝组中有瓣类的麻蝇（Warner，1970），其它研究甚少。无缝组的种类，如食蝇科的精子研究未见报道。

为了探讨环裂亚目中二大组间系统发生的地位，特对麻眼尾蛆蝇精巢内之精子形态，进行超微形态学的观察。

材料与方法

麻眼尾蛆蝇雄性成虫采自上海市近郊菜园内。将采来的活雄性成虫用乙醚稍加麻醉，于昆虫生理盐水中取出精巢立即置于2.5%戊二醛二甲砷酸钠缓冲液内固定3小时，用二甲砷酸钠缓冲液（pH 7.2）浸洗3小时；1%四氧化锇作后固定1小时半；浸洗后系列酒精脱水；环氧树脂618包埋。以 LKB-V 型超薄切片机薄切，醋酸双氧铀和柠檬酸铅双染。用日立 H-500 电子显微镜检查。

观察结果

麻眼尾蛆蝇的精巢为茄形，淡黄色，顶部钝圆，底部尖细并以短的输精管与输精总管

本文于1984年2月收到。
本文承施达三先生鉴定标本，范滋德先生指导并阅读文稿，特此一并致谢。

相连通。整个精巢长约 1 毫米，宽 0.45 毫米，其顶部一半内含不同变态形状的精细胞，靠底部的一半内含精束，近输精管处精束包膜破裂放出游离状态的精子。每个精束内的精子数不等，最多为 256($=2^8$) 个精子；一般多为 128($=2^7$) 和 64($=2^6$)；少数为 32($=2^5$)，16($=2^4$) 和 8($=2^3$)；含 4 个，2 个，甚至 1 个精子的精束亦偶有见到。精巢内精子呈线形，全长 500—600 微米，可分为头，尾两部分。尾部又分为颈段、中段、后段和末段。

头部 呈圆锥状，长约 5.3 微米，最宽处的直径为 0.52 微米，细胞核位于头部的中央，由一团浓缩的染色质构成(图版 I: 4)，外包三层膜（两层核膜，一层细胞膜)。细胞核的前侧面为单层结构的顶体，其前部扁圆形（图版 I: 2)，后部直插到核的侧面与核拼接部分呈半圆形（图版 I: 3)。整个看顶体呈楔形，后部横切面为半圆形；前部横切面为扁圆，最宽处的横径为 0.25 微米，竖径为 0.10 微米，往前不断缩小为尖端。顶体的外面包有二层膜。顶体的电子密度较核为低。

尾部 位于头部的后方，与精子运动密切相关。尾部总长约 500 微米，前粗后细，接头端粗达 0.6 微米，末端仅 0.024 微米。按其形态结构特点，可将精子尾部分为四段：颈段、中段、后段和末端。

颈段 这是精子的重要组成部分，亦是精子最粗处。在此段核、中心粒侧体、基体(中心粒衍生物)、轴丝和线粒体衍生物相互交插，拼嵌（图版 I: 1）组合情况颇为复杂。本种精子的轴丝不直接与核相接，而是由中心粒侧体（又名颗粒体）形成的袋，衬在核的下端，轴丝串联着基体拼接在中心粒侧体的侧面，隔着一层中心粒侧体与核间接相连。在颈段始端（图版 I: 5、6）横切面上可见到核、中心粒侧体和基体拼接状态；稍后基体转变为轴丝，在紧靠近轴丝旁出现线粒体衍生物 I（图版 I: 7)。接着中心粒侧体消失，轴丝的另一旁出现线粒体衍生物 II，而进入中段。颈段自中心粒侧体衬在核下端开始，至中心粒侧体消失止，全段长约 1.76 微米，最宽处达 0.62 微米。在颈段中，轴丝内微管的变化也很复杂，位于轴丝始段前的基体，为中心粒衍生物，具典型的九组螺旋形排列的三重微管结构(图版 I: 5)；紧接着出现轴丝的始段，双微管首先出现(图版 I: 6)；接着出现副微管和粗糙纤维，然后出现一条中心微管(图版 I: 7)，最后二条中心微管出现，整个 9 + 9 + 2 的微管系统完成(图版 I: 8)。

中段 麻眼尾蛆蝇精子的中段长为 200 余微米，直径 0.42—0.58 微米，由轴丝和两个线粒体衍生物组成。轴丝的微管系统为典型的昆虫微管系统 9 + 9 + 2，即两条中心微管、九条双微管、九条副微管和九条粗糙纤维组成。中心微管两条均为实心微管，直径为 300 Å，壁厚 75 Å；双微管 A、B 两条直径均为 215 Å，微管 A 向外伸出两个管臂，两条均为空心微管；副微管其结构和粗细，均与中心微管相同，另外，在副微管之间还存在粗糙纤维。线粒体衍生物 I 和 II 内均存在聚晶状结构的晶核（图版 I: 8)，但晶核不大。在本段末线粒体衍生物 II 即消失。

后段 由轴丝和线粒体衍生物 I 所组成（图版 I: 9)，长约 270 微米。横切面的宽约 0.25 微米，高随线粒体衍生物的缩小和消失，从 0.52 微米缩至 0.25 微米(图版 I: 10)。其轴丝构造和线粒体衍生物结构与中段相。

末段 本段结构简单，仅由轴丝及其外膜构成(图版 I: 11ax_1)，长仅 70 微米。这时线粒体衍生物 I 已消失，本段开始时轴丝内微管结构仍与后段相同为 9 + 9 + 2，稍后

6—9 号双微管先消失(图版 I: $11ax_2$)；接着双微管和副微管、粗糙纤维全消失，中心微管最后消失。

麻眼尾蛆蝇的精子一般为单轴丝的正常精子，只有少数精子具双轴丝(图版 I: 12)。

讨　　论

麻眼尾蛆蝇精子的顶体构造和尾部轴丝的微管组成，都与果蝇、麻蝇基本相似，但其主要差异在颈段部分。麻眼尾蛆蝇的成熟精子颈段有一个相当庞大的中心粒侧体，而果蝇、麻蝇中心粒侧体只存在未成熟的精子中，一经成熟即消失或缩得很小，难以发现。

线粒体衍生物的晶核，在果蝇和麻蝇的线粒体衍生物中所占的比例，远较麻眼尾蛆蝇精子的为大。每一精束所含精子数目，在麻蝇和果蝇常为 128 个/束；麻眼尾蛆蝇精束所含精子数多为 128 个，但很不稳定，其波动幅度很大，从 2^0—2^8 都有；另外，麻眼尾蛆蝇的精子中还有少量双轴丝精子，这在麻蝇和果蝇中则未见报道过。

总的看来，麻眼尾蛆蝇的精子虽具有少量双轴丝精子，精束内精子数目不稳定等特征，但更为重要的是麻眼尾蛆蝇的成熟精子尚保留着大的中心粒侧体，这种在其他蝇类中属未成熟精子的形态特征 (Tokuyasu, 1975)，故可认为麻眼尾蛆蝇在蝇类系统发生上属较为原始的一类。

参　考　文　献

Baccetti, B., 1972. Insect sperm cell. Adv. *Insect Physiol.*, 9: 315—97.

Baccetti, B., 1979. Ultrastructure of sperm and its bearing on arthropod phylogeny. in: Arthropod Phylogeny. ed. A. P. Gupta. Van Nostrand Reinhold Co., N. York. pp. 609—44.

Bairati, A. and M. N. Perotti, 1970. Some comparative considerations on the ultrastructure of *Drosophila melanogster* spermatozoon. in: Comparative Spermatology. ed. B. Baccetti. Academic press. N. York. London.

Perotti, M. E., 1969. Ultrastructure of the mature sperm of *Drosophila melanogaster*. *J. Submicrose. Cytol.* **1**: 171—96.

Perotti, M. E., 1970. The neck region in mature sperm of *Drosophila melanogaster*. in: Comparative Spermatology. ed. B. Baccetti, Academic Press N. York. London.

Phillips, D. M., 1970. Insect sperm: Their structure and morphogenesis. *J. Cell Biol.* 44: 268—77.

Tokuyasu, K. T., 1975. Dynamics of spermiogenesis in *Drosophila* melanogaster. V. Head-tail allgnment. *J. Ultrusturct. Res.* **50**: 117—29.

Warner, F. D., 1970. New observations of flagellar fine structure. *J. Cell Biol.* 47: 159—82.

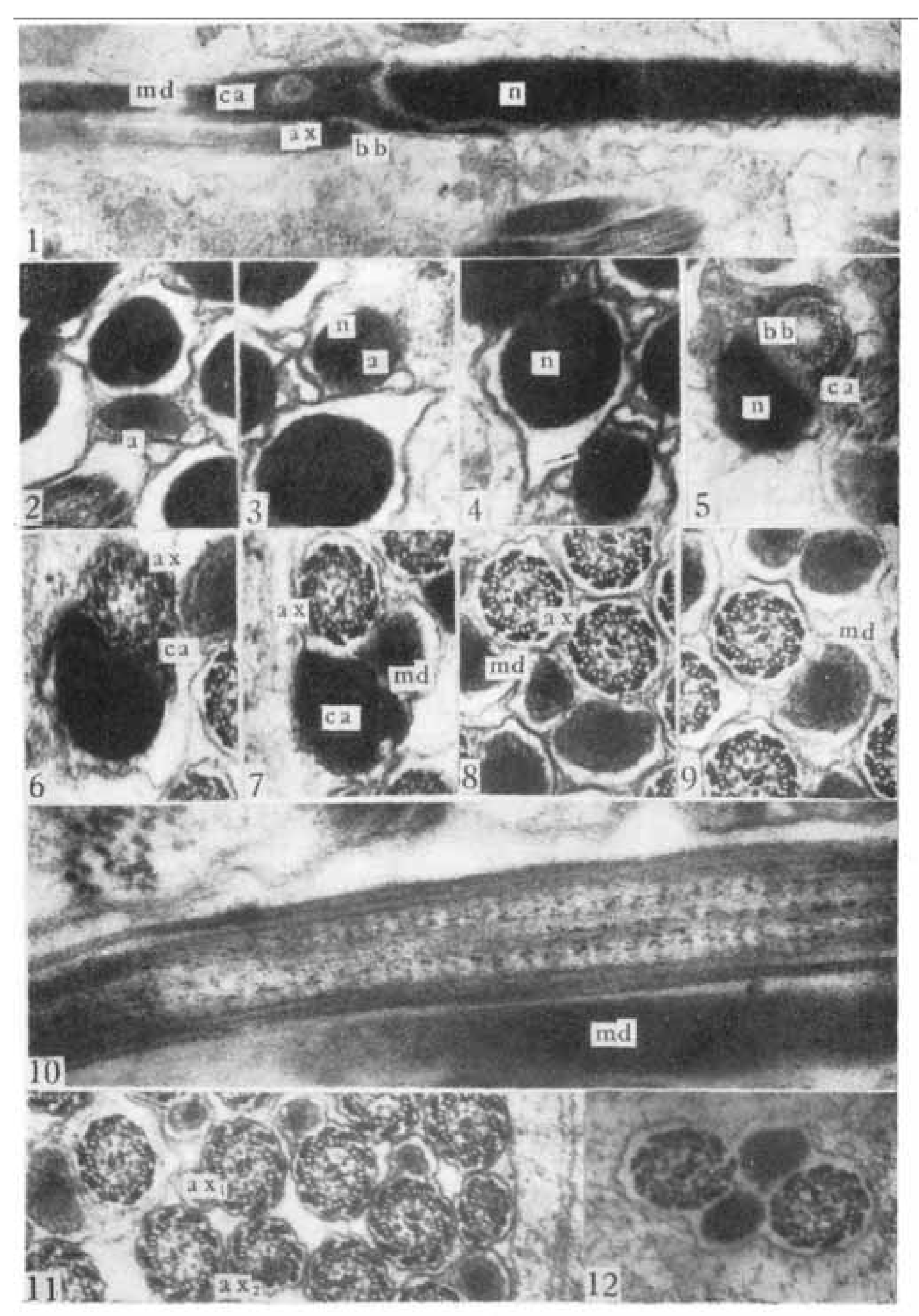
Yasazmi, G., W. Fujimura and H. Ishida, 1958. Spermatogenesis in animals as revealed by electron microscopy. V. Spermatid differentiation of Drsophila and Grasshopper. *Exp. Cell Res.* **14**: 268—79.

STUDIES ON ULTRASTRUCTURE OF SPERMATOZOA FROM FLIES: *ERISTALINUS TARSALIS* (MAQ.)

Wu Den-su Zhou He-xiong
(Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica)

Mature spermatozoa of the syrphid *Eristalinus tarsalis* (Maq.) were studied by transmission electron microscopy. The spermatozoon consists of a sausage-shaped head (5.3 μm in length) with a very small monolayered acrosomal complex displaced to a lateral position with respect to the nucleus, and a long flagellum with axoneme flanked by two mitochondria transformed into derivatives each with a small crystalline core (Fig. 7). It has the classical type of nine helicoidally arranged triplets of basal body, and a big centriole adjunct between the head and flagellum (Fig. 1). The flagellum axoneme is approximately 500 μm long and 0.25 μm in diameter, and contains three kinds of tubules: 9 single-accessory tubules, 9 doublet tubules, and 2 single-central tubules in the common pattern of 9 9 2. Coarse fibers exist between the accessory tubules. Accessory ordered flagellum body is lacking; some biflagellate sperms are found among the normal ones.

Key words *Eristalinus tarsalis* —spermatozoa — ultrastructure



1.颈段纵切面，×18,360　2—3.头部横切面，×40,500　4.头部横切面示核（n）与它的膜结构（箭头），×40,500　5—6.颈部横切面，×40,500、×50,400　7.颈部较后方横切面，×50,400　8—9.尾部中、后段横切面，×50,400　10.尾部后、末段的纵切面，×63,000，　11.尾部末段横切面，×57,600　12. 双轴丝精子横切面，×50,400　n 核　Ca 中心粒侧体　bb. 基体　ax. 轴丝　md. 线粒体衍生物　a 顶体　ax_1. 微管未变　ax_2. 微管变化⟶箭头示核与它的膜结构